

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik Marburg
Direktor: Professor Dr. med. H. Hamelmann

Tierexperimentelle Untersuchungen über den
Einfluß der Fadenspannung bei der Naht von
abdominalen Fascienwunden auf die Zunahme
der Reißfestigkeit des Narbengewebes

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin des Fachbereichs Humanmedizin
der Philipps - Universität zu Marburg

vorgelegt von

Klaus-Jürgen Michel

aus Wetzlar

Marburg 1973

Druck: Görlich & Weltershäuser, Marburg

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553805_0025

Tierexperimentelle Untersuchungen über den
Einfluß der Fadenspannung bei der Naht von
abdominalen Fascienwunden auf die Zunahme
der Reißfestigkeit des Narbengewebes

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin des Fachbereichs Humanmedizin
der Philipps - Universität zu Marburg

vorgelegt von

Klaus-Jürgen Michel

aus Wetzlar

Marburg 1973



Angenommen von dem Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 20. Februar 1973
gedruckt mit Genehmigung der Fakultät
Dekan: Prof. Dr. med. H. Oepen
Referent: Dr. med. habil. W. Seidel
Correferent: Prof. Dr. med. H. Hamelmann

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I Einleitung und Problemstellung	1
II Material und Methode	
A Durchführung der Operation	7
1. Operation	
2. Knotung	
B Auswertung	9
C Reißprobe	11
D Statistik	11
E Durchführung der Hauttemperatur-	
messungen	11
F Auswertung der Hauttemperatur-	
messungen	13
III Ergebnisse	
1. Mechanische Untersuchungen	14
A Erhaltene Werte bei	
a) unversehrter Fascie	
b) Methode A = Adaptation des	
Gewebes	
c) Methode B = mittlere Zugkraft	
(2kg) auf die Naht	
d) Methode C = feste Zugkraft	
(4kg) auf die Naht	
2. Thermographische Untersuchungen	15
3. Graphische Darstellungen	
A Mittelwerte von III 1. a,b,c,d,	17
B Darstellung des Festigkeitszu-	
wachses während der sechs Zeit-	
intervalle	17
C Darstellung der Reißgewichtswerte	18
in Prozenten des ersten Zeitwertes	
der jeweiligen Methode	18

4.	Thermographische Darstellung	19
5.	Ergebnisse der statistischen Auswertung	24
	A Darstellung der geordneten Daten	
	B Zur Wahl der statistischen Methode	
	a) Hypothesen	
	b) Beschreibung des statistischen Prüfverfahrens	
	C Ergebnisse	
	a) Bartlett-Test	
	b) Zweifache Varianzanalyse	
	c) Einfache Varianzanalyse für sieben Stufen	
	d) Entscheidung über die Hypothesen	
IV	Diskussion	
	A Material und Methode	31
	1. Kaninchen und Narkosegerät	
	2. Operation	
	3. Wundverschluß	
	4. Tensiometer	
	B Ergebnisse	35
	1. Phaseneinteilung	
	2. Phase I	
	3. Phase II	
	4. Phase III	
	5. Thermographie	
V	Zusammenfassung	43
VI	Literaturverzeichnis	45

Einleitung

Die Wundheilung als Fundament der Chirurgie ist für einen Chirurgen immer aktuell und gerade heute in der Zeit der komplizierten Eingriffe Anlaß seiner besonderen Aufmerksamkeit. Wundinfektionen und der Zwischenbereich zwischen aseptischer Wundheilung und Wundinfektion, die durch Blutungen, Serome, Wundrandnekrosen und Wunddehiszenzen charakterisiert sind, gehören zu den aktuellsten Problemen der Chirurgen. Von jeher war es das Bestreben der Medizin, die Wundheilung günstig zu beeinflussen (Block).

Diese kann in verschiedene Stadien eingeteilt werden. Die erste Phase wird als "Stadium der vorläufigen Ausfüllung der Gewebslücken", die histologisch durch Exsudation von Wundsekret, welches aus Blut und Lymphe besteht und durch leukocytaire und eiweißreiche Absonderungen als Folge einer traumatischen oder infektiösen Entzündung der Wundumgebung charakterisiert ist, bezeichnet. Es entsteht ein Wundschorf, der die Wunde gegen mechanische Einwirkungen, Austrocknung und Infektionen schützt. Gleich nach der Verletzung kommt es zur lokalen Histaminfreisetzung, zu einem ph-Abfall, zu Elektrolytverschiebungen und dadurch zur Gefäßerweiterung. Das Gewebe wird ödematös und azidotisch. Darauf folgen sowohl Denaturierungs- und Degenerationserscheinungen der Bindegewebsfasern, als auch Kapillarwandpermiabilitäts- und Gewebsviskositätsänderungen. Die katabole Phase ist nach einer Stunde schon auf dem Höhepunkt (Lindner). Die zweite Phase ist das "Stadium der Wundreinigung" und die dritte Phase der "endgültige Wundverschluß". Der Organismus bewerkstelligt diesen Teil der Wundheilung über zwei Mechanismen, die durch Gewebskontraktion (Hegemann) und Gewebsneubildung (Fast, Nelson und Dennis; Hegemann; Howes und Harvey; Howes, Sooley und Harvey; Borgström und Sandblom) gekennzeichnet ist. Den Abschluß der Wundheilung bildet das vierte Stadium, "die Narbenbildung".

Die Heilung einer Wunde kann durch verschiedene mechanische Faktoren beeinflusst werden. Schädigende Einflüsse von außen sowie plötzlich ausgelöster Druck von innen können sich auf die Wunde auswirken und eine Dehissenz hervorrufen. Die Naht hat die Aufgabe, den physiologischen Belastungen entgegenzuwirken und die Wundränder so lange zusammenzuhalten, bis eine genügende Festigkeit der Wunde durch die Wundheilung gegeben ist.

Erst mit Anbruch der naturwissenschaftlichen Periode, etwa ab dem 16. Jahrhundert, führte anatomisches Denken dazu, sich mit dem Vorgang der Wundheilung zu beschäftigen. Der französische Chirurg Ambroise Paré (1517-1590) warnte davor, Schußwunden wie damals üblich mit heißem Öl auszugießen, sondern er empfahl, die Wunde schonender zu behandeln.

Im 17. Jahrhundert bietet die praktische Wundbehandlung wenig Fortschritte. An theoretischer Arbeit und Aufklärung ist jedoch viel geleistet worden. Zu tief einschneidender Bedeutung führte es im wesentlichen in der Physiologie und in der Anatomie. Mit dem Mikroskop entdeckte Malpighi den Kapillarkreislauf und die roten Blutkörperchen. Es wurde hier eine neue Wissenschaft, die mikroskopische Anatomie geschaffen, mit der auch die Lehre der Wundheilung und Wundbehandlung in neue Bahnen gelenkt wurde.

Die wichtigsten Fortschritte des 18. Jahrhunderts in Bezug auf Erkenntnisse der Vorgänge bei der Wundheilung sind von John Hunter (1728-1791) gemacht worden, der drei Arten von Wundheilung unterschied:

1. Heilung durch Vereinigung,
2. Heilung durch adhäsive Entzündung,
3. Heilung durch Granulation.

Hunter bevorzugte Breiumschläge, um Eiterungen hervorzurufen.

Es wurde in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts der Durchbruch zu einer aseptischen Wundbehandlung und damit zu einer komplikationslosen Wundheilung vorbereitet.

Mitte des 19. Jahrhunderts wurde durch Schwann (1810-1882) bekannt, daß die Wundheilung ihren Ursprung von Zellen nimmt.

Die erste histologische Beschreibung der Wundheilung gab der deutsche Pathologe F. Marchand (1901).

Von diesem Zeitpunkt an sind sehr zahlreiche Arbeiten über die Wundheilung und vor allem über Wundheilungsstörungen geschrieben worden. Diese Arbeiten befassen sich hauptsächlich mit Störungen, die durch Nahtmaterialien, biochemische Vorgänge, Schnittführen und Nahttechniken hervorgerufen werden.

Wie die vorliegende umfangreiche Literatur zeigt, wurde das Problem der Wundheilung von den verschiedensten Seiten bearbeitet. Als Kriterien der Wundheilung dienen unter anderem:

a) biochemische Bestimmungsmethoden:

Rocchio und Randell bestimmten Wasser und Elektrolytverschiebungen über die verschiedenen Zeitpunkte bis zum 60. Tag p. op.. Allgöwer u. Mit. und Block untersuchten die Kollagenbildung.

b) histologische Bestimmungsmethode:

Struck u. Mit. und Hernandez-Richter u. Mit. excidierten die Wunden, fixierten die Gewebsstücke und bestimmten den Wundheilungsverlauf auf zellulärer Ebene mit mikroskopischen Untersuchungen des Granulationsgewebes und des Wundgebietes.

c) bakteriologische Bestimmungsmethoden:

Eine bakteriologische Prüfung des Wundheilungsverlaufes wurde ebenso von Struck durchgeführt. Er ließ Wundabstriche auf Nährböden übertragen und die Keimzahl

auszählen.

d) Reißfestigkeit von Incisions- und Laparatomiewunden:

Ein riesiges Angebot von mechanischen Möglichkeiten standen uns zur Verfügung. Grammgewichte (Howes u. Mit.; Douglas u. Mit.) oder Wasser (Wolfer u. Mit.; Savlov u. Mit.; Sandstead u. Mit.) sind ebenso als Gegengewicht verwandt worden wie Überdruck (Charney u. Mit.) oder Präservative (Prudden u. Mit.), die in der Peritonealhöhle der Versuchstiere durch die Vaginaöffnung geschoben wurden. Einige Autoren beschrieben motorangetriebene Tensiometer (Wu u. Mit.), die aber einen sehr komplizierten Mechanismus aufwiesen, oder Tensiometer (Sandblom u. Mit.), die in der Textilindustrie zur Erprobung von Fäden benutzt wurden. Nagy u. Mit. bedienten sich zweier Klemmen und befestigten so das Gewebe. Fäden, die mit den Klemmen verbunden waren, führten über Rollen zu einem Wasserbehälter, in den Wasser mit konstanter Einflußgeschwindigkeit floß. Die Wasserzufuhr wurde sofort nach Gewebszerreißung abgestellt. Seidel u. Mit. benutzten einen Tensiometer, bei dem stets aus einem in gleicher Höhe aufgehängten Irrigator gleichtemperiertes Wasser über einen Gummischlauch in ein Gefäß floß. Durch den konstanten Zufluß wurde das Gefäß zunehmend schwer und die Wunde einer wachsenden Belastung ausgesetzt. Es wurde so lange Wasser aus dem Irrigator in das Gefäß geleitet, bis die Wunde durch den Zug des immer schwerer werdenden Gefäßes in ihrer ganzen Länge bis in die Wundwinkel aufriß. Nelson u. Mit. (1951) berichteten in ihrer Arbeit über Versuchsserien mit 000 Seidenfäden, die so fest, wie es technisch möglich war, angezogen wurden. Es wurde ein 14 cm langer Hautschnitt am Kaninchen, der unterhalb des Xiphoids begann und bis kurz oberhalb der Symphyse über der linea alba reichte, ausgeführt. Ein 11 cm langer Schnitt durch die vordere Rectusscheide, durch den Rectusmuskel, durch die hintere

Rectusscheide und durch das Peritoneum, der gewöhnlich 1 cm von der Mittellinie entfernt lag, wurde anschließend ausgeführt. Der Heilprozeß wurde bis zum 3., 7., 11., 15. und 42. Tag verfolgt. Diese Ergebnisse sind mit Tests, bei denen die Fäden nicht so fest angezogen wurden, verglichen worden. Die Autoren fanden, daß die "fest" angezogene Naht die erste Phase der Wundheilung verlängert, und daß die Durchschnitts Reißfestigkeit bei 48,4%, verglichen mit 63,7% der nicht so fest angezogenen Naht, liegt. Vom 15. Tag ab näherten sich diese Gruppen in den Durchschnittswerten. Borgström und Sandblom benutzten ebenso 000 Seidenfäden und adaptierten das Gewebe. Drei Einschnitte, von denen jeder 40 mm lang und 25mm von der Mittellinie entfernt war, wurden am Rücken der Kaninchen ausgeführt. Der Bereich zwischen den Incisionen betrug 20mm. In einem anderen Versuch knüpften sie so fest, wie es technisch möglich war. Sie legten keine Versuchsserie, die sich über eine Zeitspanne erstreckte, an, sondern werteten die Tiere nach 5 Tagen p. op. aus. Sie fanden keinen wesentlichen Unterschied der beiden Knüpfstärken.

e) thermographische Bestimmungsmethode:

Die thermographische Meßmethode beruht auf einer Hyperthermie, die durch Entzündungen hervorgerufen wird. Da jede Wundheilung eine bestimmte Form der Entzündung ist, läßt sich deren Ablauf thermographisch verfolgen. Haut ist ein idealer Abstrahler von IR-Strahlung. IR-Energie kann bei jedem Objekt, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt, gemessen und mit jeder Kamera aufgenommen werden. Die Wellenlänge im Farbspektrum erstreckt sich von 0,4 μ m (blau) bis 700 μ m (rot). Von dort beginnt die IR-Zone. Obwohl sich dieser Bereich stark ausdehnt, ist das Gebiet, welches nahe an 700 μ m liegt, mit normalen IR-Kameras zu erfassen (Kliot und Birnbaum).

Die Verwendungsmöglichkeit der Thermographie wird in den verschiedensten Bereichen der Medizin geprüft, da durch eine völlig ungefährliche Messung von Temperaturabstrahlung der oberflächlichen Schichten des Organismus Rückschlüsse speziell auf den Durchblutungsgrad der erfaßten Gewebe zu ziehen sind. Die Messung, der von einem Körper abgestrahlten IR-elektromagnetischen Strahlung zur Bestimmung seiner Temperatur wurde im militärischen Bereich schon seit gut 20 Jahren ausgenutzt, so daß schon 1965 von Gershon - Cohen u. Mit. über die medizinische Thermographie berichtet werden konnte.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit war, den Nachweis von schädigenden oder nicht schädigenden Einflüssen bei unterschiedlich fest verknoteten Fasciennähten zu erbringen.

Material und Methodik

In unseren Experimenten wurden 40 gleichrassige, (groß-silber Kaninchen) gesunde, männliche und weibliche Kaninchen mit einem Gewicht von 3 - 4kg verwendet. Wir benutzten zur Betäubung einen einfachen Inhalationsnarkoseapparat (Abb. 1). Mit einem Blasebalg wurde über einen Schlauch Halothan, welches in einem Reagenzglas aufbewahrt wurde, in einen abgeschlossenen Käfig mit einem Rauminhalt von $3 \times 10 \text{ cm}^3$ hineingesprayt. Das narkotisierte Tier wurde aus dem Käfig entfernt und auf dem Op-Tisch auf dem Rücken an allen vier Pfoten festgebunden, so daß der Kopf noch in dem abgeschlossenen Narkosesystem lag. Die Haare wurden vom Abdomen abrasiert, die Haut mit Merphen desinfiziert und das Op-Feld mit sterilen Tüchern abgedeckt. Bei jedem Kaninchen wurde mit hitzesterilisierten Op-Bestecken gearbeitet. Zum Wundverschluß wurde Mersilene O schwarz (Ethicon), ein synthetischer Faden aus Polyesterfiber einem Derivat des Äthylenglykols und der Terephthalsäure verwandt.

Durch einen Paramedianschnitt, der drei cm von der linea alba entfernt eine Länge von ungefähr 14 cm aufwies, wurde die Haut incidiert, um diese von der Muskelfascie über die Mittellinie hinaus abpräparieren zu können. Dazu waren noch 2 horizontale Schnitte, die an den Enden des Paramedianschnittes angelegt wurden, nötig, so daß ein rechteckiger Hautlappen abpräpariert werden konnte. Median im Verlauf der linea alba, vom Proc. Xiphoideus bis kurz vor die Symphyse, wurde mit einem Schnitt von ungefähr 16 cm Länge Fascie und Peritoneum getrennt und sofort mit der unten beschriebenen Technik wieder verschlossen (Abb. 2). Die Haut wurde mit einfachen Knopfnähten aneinandergesügt.

Zum Infektionsschutz wurde die Wunde sofort nach Verschluß und am ersten Tag p. op. mit Nebacetinpuder besprayt.

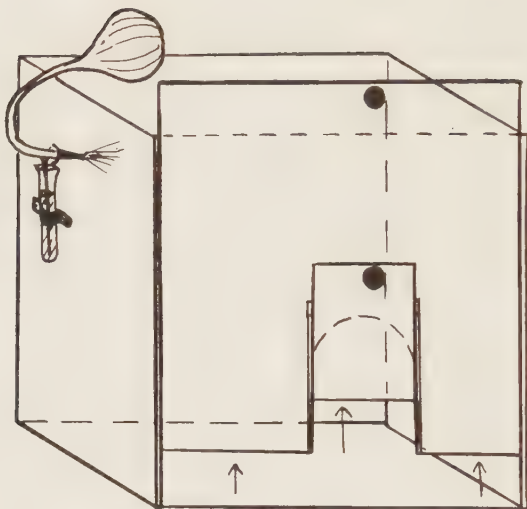


Abb.1 Katzennarkosegerät nach Hinz

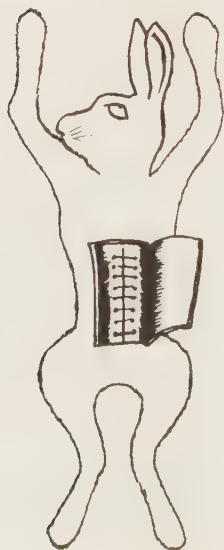


Abb.2

Eröffnete Bauchhaut mit medianer Bauchdeckennaht

Nach der Op. waren die Kaninchen etwa eine Stunde bis zum völligen Erwachen aus der Narkose unter Aufsicht. Dann wurden sie in ihren Käfig zurückgebracht.

Die linea alba und die Haut wurden mit einem überkreuzten Knoten verschlossen. Die Nähte lagen 0,5 cm von zwei benachbarten Einstichstellen, und 0,5 cm von der Schnittfläche zur Einstichstelle entfernt (Abb. 4). Es wurden drei Methoden gewählt:

1. "Adaptation" = Methode A

Bei dieser Methode wurde sorgfältig darauf geachtet, daß das Gewebe sich gerade adaptierte. Es durfte nicht zu locker geknüpft sein, so daß ein mangelhafter Kontakt zu den Schnittflächen entstand, noch durfte es zu fest geknüpft sein, so daß sich anämische Bezirke bildeten (Abb. 3a).

2. " 2kg, mittel" = Methode B

Die Spannung der mit "2kg" geknoteten Fäden wurde mit Hilfe von Federwaagen erzeugt. Es wurde ein einfacher Knoten ohne Zug auf das Gewebe gelegt und die beiden Fadenenden mit Klemmen gefaßt. In den Griffen der zwei Klemmen wurden die Federwaagen befestigt, so daß von jeder Seite mit dem gleichen Zug gearbeitet werden konnte. Der so unter Spannung gebrachte Knoten wurde mit einer Klemme fixiert. Ein gegenläufiger Knoten wurde dann auf den einfachen Knoten, der nun die gewünschte Stärke auf das Gewebe ausübte, gelegt (Abb. 3b).

3. " 4kg, fest" = Methode C

Bei dem mit "4kg" geknüpften Faden wurde die gleiche Arbeitsweise wie bei dem "2kg" geknüpften Faden angewandt. Bei dieser Methode kommt es auf sorgfältiges Einspannen der Fadenenden in die Klemmen sowie auf gleichmäßig konstanten Zug von beiden Seiten an (Abb. 3 c).

Abb. 3a

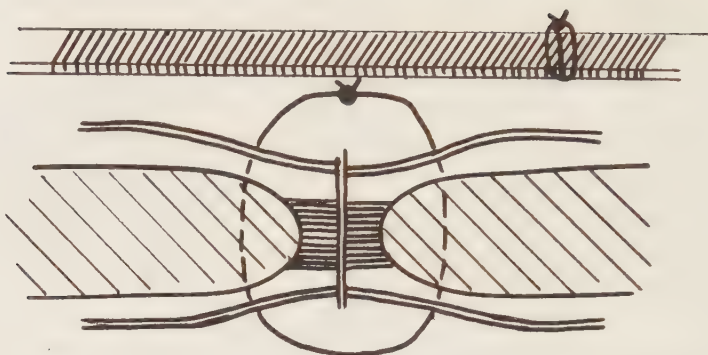


Abb. 3b

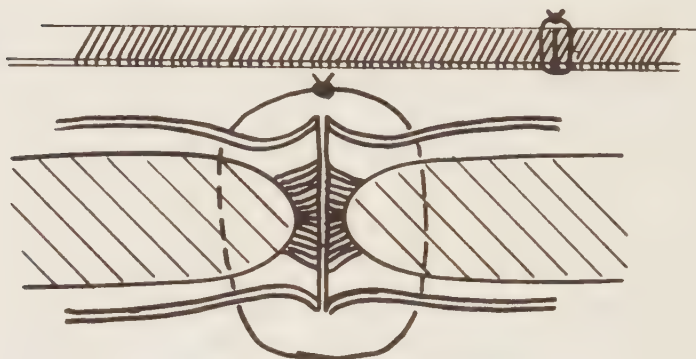
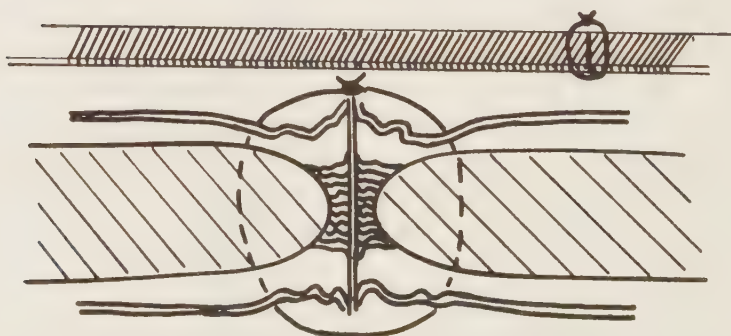


Abb. 3c



- 3a) Querschnitt durch Haut und Bauchdecke mit eingezeichneter Naht. Methode A = adaptiertes Gewebe
- 3b) Querschnitt durch die Haut und Bauchdecke mit eingezeichneter Naht. Methode B = "2kg, mittelgeknotetes Gewebe"
- 3c) Querschnitt durch die Haut und Bauchdecke mit eingezeichneter Naht. Methode C = "4kg, festgeknotetes Gewebe"

Die Kaninchen wurden nach 2 Std., sodann nach 4, 8, 12, 18, 21 und 28 Tagen p. op. mit 3-4cm³ Nembutal, welches in die Ohrvene injiziert wurde, getötet. Sofort nach der Tötung wurde das operierte Gewebe, ohne die Nähte zu entfernen, ausgeschnitten und in 3cm breite Streifen aufgeteilt. Sie wurden so in die Halterungen eingespannt (Abb. 4), daß sich die linea alba möglichst parallel zu diesen und der Gewebstreifen sich in der Mitte befand. Danach wurde die Reißprobe durchgeführt.

Wir verwendeten einen Tensiometer, bei dem als Gegengewicht Wasser benutzt wurde. Diese Apparatur bestand aus zwei mit einer Riffelung versehenen und an einem Stativ aufgehängten Schraubenholzklemmen, an die ein Wasserbehälter zum Zwecke der Belastung angehängt werden konnte. Dieses Gefäß wurde mit einer kontinuierlichen, immer gleich temperierten Wasserzufuhr von 50ml/sec bis zum Reißpunkt des Gewebstückes gefüllt (Abb. 4 und 5).

Die erhaltenen Werte wurden nach dem Bartlett-Test, 2-fachen Varianzanalyse und 7 einfache Varianzanalysen ausgewertet.

Eine Serie Hauttemperaturmessungen wurden mit der Bovers IR-Kamera durchgeführt. 10 Kaninchen gleicher Rasse mit einem Gewicht von 3-4kg wurden in Inhalationsnarkose operiert. Nach sorgfältiger Rasur der gesamten Bauchhaut wurde zwischen Proc. Xiphoides und Symphyse 3cm seitlich der Mittellinie die Haut incidiert und durch Präparation über die Mittellinie hinweg ein aufklappbarer Hautlappen gebildet. Sodann wurde median im Verlauf der linea alba Fascie und Peritoneum durchtrennt. Die Schnittwunde wurde bei einem Fadenabstand von 0,5cm mit Einzelknopfnähten mit Mersilene 0 verschlossen und beidseits des Schnitt-randes eine Gewebsbreite von 0,5cm gefaßt.

Im proximalen Drittel wurden die Wundränder durch die

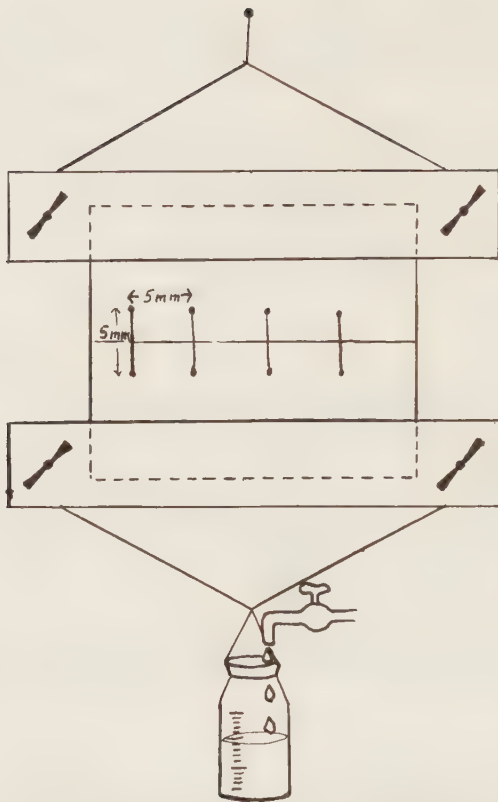


Abb. 4 Tensiometer mit Gewebstreifen

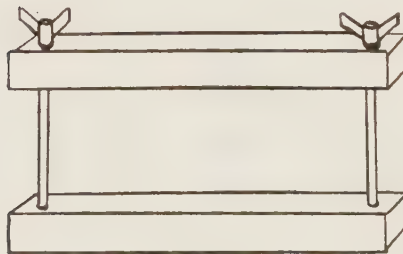


Abb. 5 Gewebsklemme

Nähte adaptiert. Im mittleren Drittel wurde beim Knoten der Fäden ein Zug von 2kp angewendet, im distalen Drittel ein Zug von 4kp. Die Messung der Zugstärken erfolgte mit Federwaagen.

Nach 2 Std. p. op. ferner nach 2, 6 und 10 Tagen p. op. erfolgte die thermographische Messung mit einer Bovers IR-Kamera. Die Tiere wurden für 20 Minuten in Narkose in Rückenlage an die Außentemperatur adaptiert. Bei einem Teil der Versuchstiere wurde durch die intakte Haut hindurch thermographiert. Bei den restlichen Tieren wurde der Hautlappen zurückgeklappt. Hierzu mußte die Hautnaht vorübergehend geöffnet und nach Beendigung der thermographischen Untersuchung wieder durch fortlaufende Naht verschlossen werden.

Ergebnisse

1) Mechanische Untersuchungen

Vor dem Eingriff am unversehrten Tier, nach 2 Stunden, 4, 8, 12, 18, 21 und 28 Tagen p. op. wurden bei 40 Kaninchen mit 170 Einzelwerten die Mittelwerte jeder Zeiteinheit berechnet und in ein Koordinatensystem als Reißfestigkeit in kg/3cm gegenüber der Wundheilungszeit graphisch dargestellt (Abb. 6).

- a) Bei drei Kaninchen mit 15 Einzelwerten wurden zur Bestimmung des Leerwertes Reißproben an der unversehrten linea alba durchgeführt. Es ergibt sich ein Mittelwert von 17,1kg/3cm. Dieses Gewicht ist also in der Lage, einen 3cm - Streifen des unverletzten Gewebes zu zerreißen (Abb. 6).
- b) Die Mittelwertberechnung und graphische Darstellung zeigt einen schwachen Anstieg der Reißfestigkeit bei der Methode A bis zum 4. Tag um 0,8kg/3cm, der sich in den zwei folgenden Zeitintervallen auf 1,10kg/3cm und 1,08kg/3cm steigert. Im 4. Zeitintervall vom 12. bis 18. Tag haben wir den stärksten Festigkeitszuwachs von 4,42kg/3cm zu verzeichnen. Vom 18. Tag an bis zum letzten Zeitpunkt näherten sich die Reißwerte denen der unversehrten Tiere. Hier wurde ein Festigkeitszuwachs von 0,26kg/3cm im 5. und 0,43kg/3cm im 6. Zeitintervall festgestellt (Abb. 6 + 7).
- c) Einen leichten Anstieg um 0,54kg/3cm im ersten Zeitintervall folgt ein Abfall der Kurve im zweiten Zeitintervall bis auf den 2Std-Wert. Es beginnt im 3. und 4. Zeitintervall ein schwacher Anstieg um insgesamt 2,2kg/3cm, der aber im 5. und 6. Intervall von einer Reißgewichtssteigerung von 5,6kg/3cm auf 15,8kg/3cm abgelöst wird (Abb. 6 + 7).

- d) Die Werte der Methode C ergeben im ersten Zeitintervall einen minimalen Anstieg der Reißfestigkeit von $0,12\text{kg}/3\text{cm}$, der von einem schwachen Abfall im zweiten Zeitintervall, welcher sogar unter dem ersten Zeitwert liegt, gefolgt wird. Vom 8. bis zum 18. Tag steigt die Kurve ganz leicht an, so daß dieser 18-Tagewert nur um $0,31\text{kg}/3\text{cm}$ über dem ersten Zeitwert liegt. Während des 6. und 7. Zeitintervalls erfährt die Kurve einen enormen Festigkeitszuwachs von insgesamt $7,49\text{kg}/3\text{cm}$ und nähert sich damit den Werten der nicht operierten Tiere (Abb. 6 + 7).

Trägt man nun die Mittelwerte der Reißgewichtsproben in Prozenten zu dem ersten Zeitwert der jeweiligen Methode in ein Koordinatensystem ein, so zeigt es sich, daß die Methode A in jedem Zeitpunkt den Methoden B und C überlegen ist. Wir können hier einen stetigen Anstieg der Reißfestigkeit bemerken. Am 18. Tag erreicht Methode A 110% mehr Reißfestigkeit als nach dem ersten Zeitwert, während die Methoden B und C nur eine Verbesserung der Reißfestigkeit von 28% bzw. 4% erfahren. Am 28. Tag besitzt Methode A 135% mehr Festigkeit des Gewebes als zu ihrem ersten Zeitwert, dagegen Methode B und C nur 97% bzw. 96%. Schon nach 4 Tagen, gerade am Ende der ersten Phase der Wundheilung, bietet die Methode A mit 9% mehr Festigkeit als nach dem ersten Zeitwert, während Methoden B und C 4% bzw. 1% höhere Reißgewichte erlangen (Abb. 8).

2) Thermographische Untersuchungen

Bereits 2 Stunden nach dem operativen Eingriff ist durch die geschlossene Haut hindurch eine Erwärmung im Bereiche der darunter liegenden Fasciennaht zu erkennen. Unterschiede sind hier jedoch nicht zu differenzieren. Die Erwärmung erreicht bis zum 6. p. op. Tage ein Maximum, am 10. Tage ist der erwärmte Bereich insgesamt breiter.

Bei zurückgeklappter Haut lassen sich Einzelheiten der Temperaturverteilung im Bereiche der Fasciennaht differenzieren. In unmittelbarer Nahtnähe bds. kommt es bereits nach 2 Stunden zu einer gegenüber der Umgebung um nahezu 1° wärmeren Zone. Sie ist in der Länge der Naht allerdings nicht ganz gleichförmig ausgebildet, gewisse Raffungen der Gewebe dürften hier eine Rolle spielen. Die einzelnen Fäden sind allerdings nicht erkennbar. Zentral findet sich entlang der ganzen Naht eine dünne kalte Zone. Am 2. p. op. Tag ist der Bezirk der Schnittwunde insgesamt deutlich wärmer als die Umgebung, ein zentraler kalter Bereich ist nicht mehr sicher zu differenzieren. Der locker geknüpft Nahtbereich ist am wärmsten, derjenige mit 2kp geknotete um ein halbes und derjenige mit 4kp genähte Wundbereich um ein ganzes Grad kälter. Die Überwärmungszone ist im Bereiche der lockeren Knüpfung am breitesten und bei den festgeknöteten Fäden am schmalsten.

Am 6. p. op. Tag hat der mittelfest geknotete Wundbereich die höchste Temperatur. Die Überwärmung greift hier auch am weitesten nach der Seite aus. Der fest geknotete Bereich ist noch nicht so warm, der leicht geknotete schon wieder kühler, insgesamt jedoch noch wärmer als die Umgebung.

Am 10. p. op. Tag findet sich ebenfalls der wärmste Punkt der Naht im Bereich der mittelfest geknoteten Wunde. Die Temperatur der fest geknoteten Nahtreihe liegt noch ein halbes Grad niedriger. Die locker geknüpft Wundnaht hat wieder nahezu die Temperatur der Umgebung angenommen. Der Überwärmungsbereich ist nun im Bereich der fest geknüpften Wunde am breitesten.

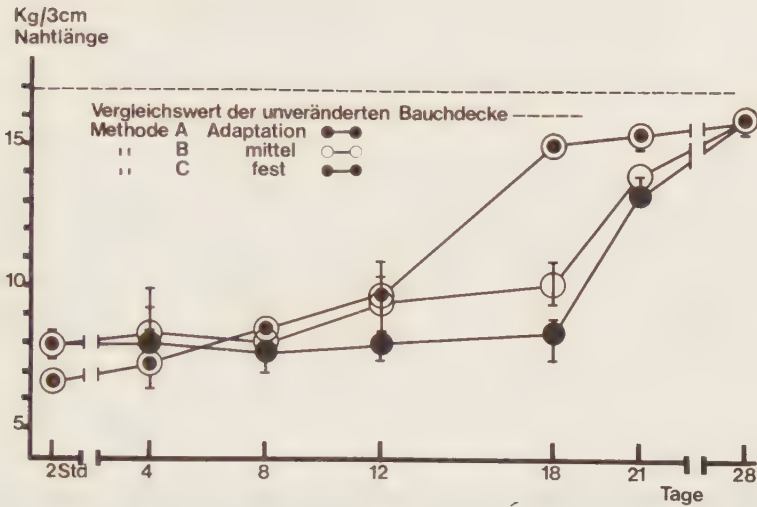


Abb. 6 Darstellung der Ergebnisse der Reißfestigkeitsproben

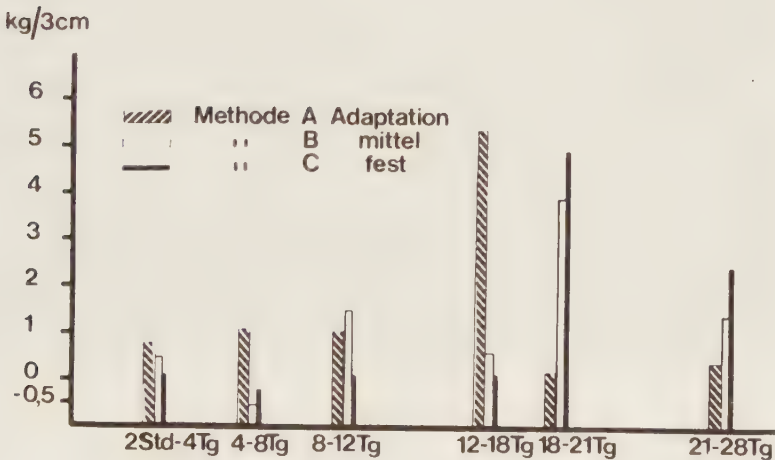


Abb. 7 Darstellung des Festigkeitszuwachses während der sechs Zeitintervalle

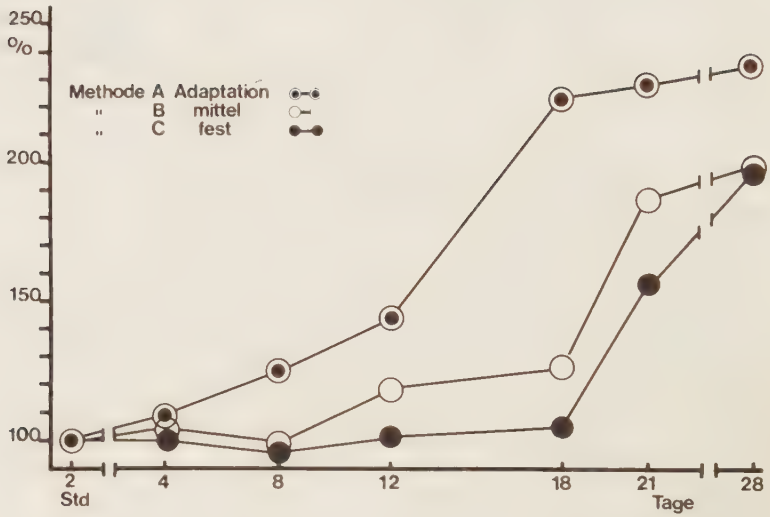


Abb. Darstellung der Ergebnisse der Reißfestigkeitsproben in Prozenten des 2-Std.-wertes der jeweiligen Methode

Abb. 9 Thermographische Darstellung einer medianen Laparatomie naht 2 Stunden postoperativ. Die Haut ist nach unten zurückgeklappt. Die Naht ist li. fest, in der Mitte mittelfest und re. locker geknüpft.

- a) wärmster Punkt im Bereich der locker geknüpften Fäden
- b) eine zentrale kalte Zone wird bds. von Überwärmungsbereichen flankiert, die durch Raffung der Naht jedoch nicht gleichmäßig ausgebildet sind (Isothermendarstellung 1°C kälter als in Abb. 9a).

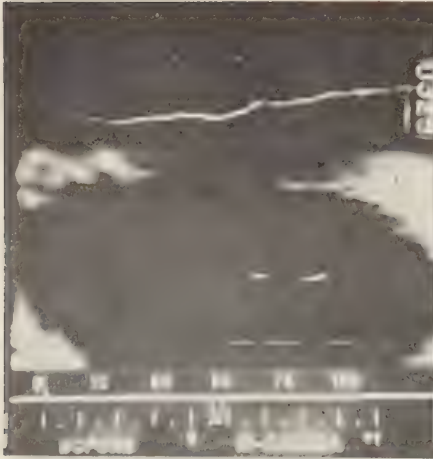


9 a)



9 b)

- Abb. 10: Gleiche Versuchsanordnung 2 Tage postoperativ
- a) wärmste Bereiche wiederum in der locker geknüpften Wunde,
 - b) mittelfest geknüpfte Wundbereiche sind $1/2$ Grad kühler,
 - c) 1° Temperaturdifferenz zwischen locker und fest geknotet,
 - d) der Überwärmungsbereich ist bei den locker geknoteten Fäden (re.) am breitesten.



10 a)



10 b)



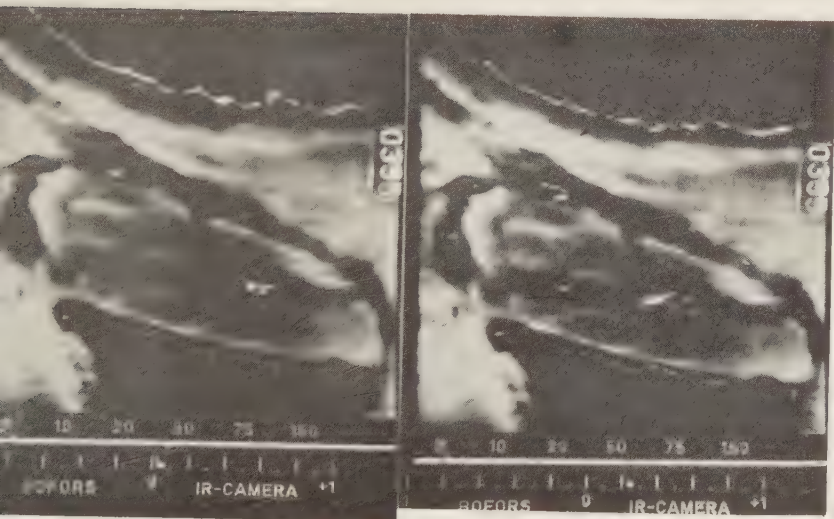
10 c)



10 d)

Abb. 11: Gleiche Versuchsanordnung 6 Tage postoperativ,
a-d: Isothermen mit je 1° Temperaturunterschied.

- a) der wärmste Bereich liegt jetzt bei den mittelfest geknüpften Fäden
- b) auch die fest geknüpfte Fadenreihe liegt in einem wärmeren Bereich als die locker geknüpften Fäden, bei denen die Entzündungsvorgänge offenbar schon langsam abklingen.

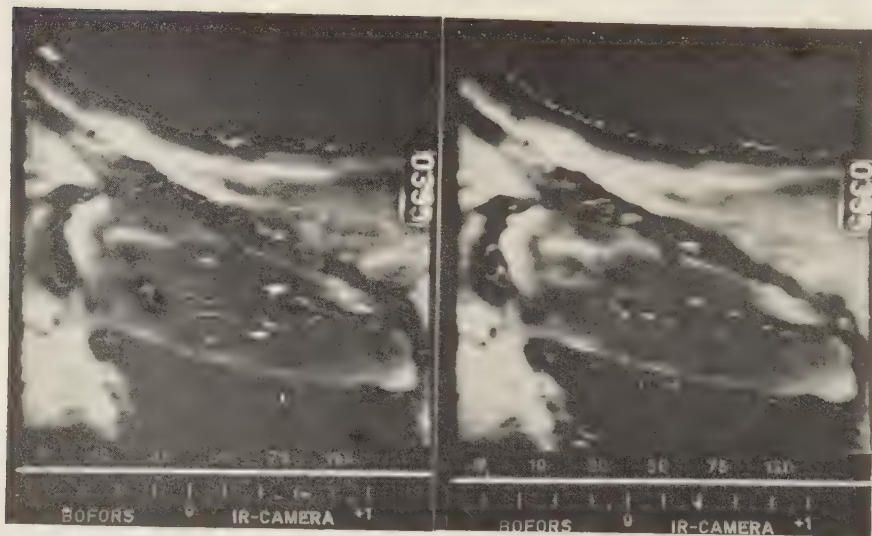


11 a)

11 b)

Abb. 11: Gleiche Versuchsanordnung 6 Tage postoperativ, a-d: Isothermen mit je 1° Temperaturunterschied.

c) + d) der Überwärmungsbereich ist bei den mittelfest geknüpften Fäden am breitesten, wie die Isothermen zeigen.



11 c)

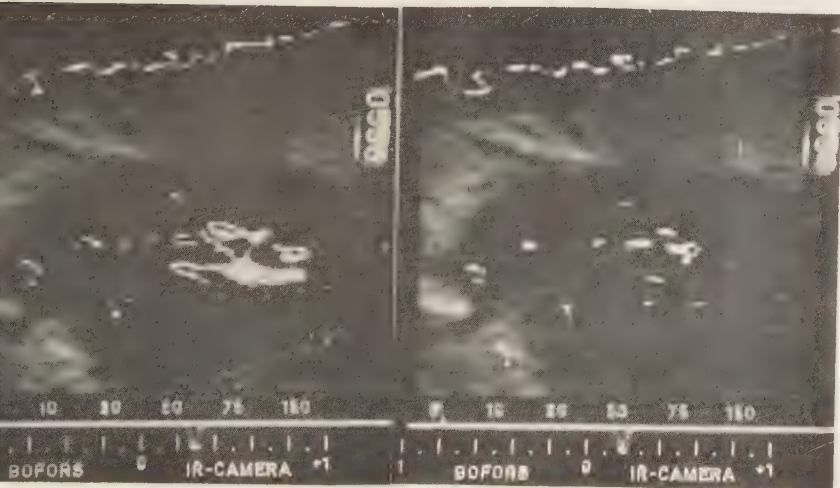
11 d)

Abb. 12: Gleiche Versuchsanordnung wie Abb. 9, 10 Tage postoperativ

- a) im li. Wundbereich finden sich die fest geknüpften Fäden und die wärmsten Bereiche
b+c) immer noch ist der mittelstark geknüpfte Überwärmungsbereich am breitesten. Im Bereich der locker geknüpften Wunde finden sich keine Temperaturerhöhungen mehr.



12 a)



12 b)

12 c)

Statistische Auswertung

1) Darstellung der geordneten Daten:

An 37 Kaninchen wurden insgesamt 155 Messungen erhoben. Die Untersuchungen wurden zu 7 Zeitpunkten nach der Operation durchgeführt. An der mit nur leichtem Zug vernähten Incision konnten 49 Daten, bei mittlerer Spannung 55 Daten und bei festem Anzug 51 Daten erhoben werden. Es ergab sich folgende Tabelle von Mittelwerten und Streuungen:

		2 Std.	4Tg.	8Tg.	12Tg.	18Tg.	21Tg.	28Tg.
	$\bar{x}$	6,75	7,54	8,64	9,72	15,14	15,40	15,83
"leicht"	s	0,28	0,47	0,37	0,61	0,24	0,22	0,25
	N	4	11	7	9	7	5	6
	$\bar{x}$	8,00	8,54	8,04	9,63	10,25	14,30	15,80
"mittel"	s	0,40	0,87	0,52	0,63	0,46	0,27	0,27
	N	4	11	11	11	8	5	5
	$\bar{x}$	8,00	8,12	7,85	8,11	8,31	13,41	15,80
"fest"	s	0,35	0,64	0,47	0,41	0,45	0,37	0,27
	N	5	8	10	9	8	6	5

2) Zur weiteren statistischen Methode oder Wahl der statistischen Methode:

Es handelt sich um einen komplexen Planversuch mit einem

3 X 7 Design:

Variable A = Anzug in drei Stufen

Methode A = Adaptation

Methode B = 2kg

Methode C = 4kg

Variable B = Zeit in sieben Stufen

Die abhängige, zu prüfende Variable ist die maximale mechanische Belastbarkeit des Narbengewebes in kg.

Hypothesen:

1. Hypothese: Zeit

Die Reißfestigkeit des Gewebes ist eine Funktion der Wundheilung in der Zeit derart, daß mit Dauer der Wundheilung die mechanische Belastbarkeit wächst.

2. Hypothese: Anzug

Die Reißfestigkeit des Gewebes ist eine Funktion der Wundheilung derart, daß ein leichter Fadenanzug eine höhere Belastbarkeit des Narbengewebes ergibt, als mittlerer und fester Anzug.

Beschreibung des statistischen Prüfverfahrens

Zur Prüfung, ob die aufgetretenen Mittelwertunterschiede systematisch auch durch die experimentellen Variablen verursacht worden sind, empfiehlt sich eine 2-fache Varianzanalyse für ungleiche Zellanhäufung. Voraussetzung für die Anwendbarkeit der 2-fachen Varianzanalyse sind

1. Varianzhomogenität der Stichproben,
2. Unabhängigkeit der Stichproben,
3. Normalverteilung in den Stichproben.

ad 1. Zur Prüfung der vorausgesetzten Varianzhomogenität dient der Bartlett-Test.

ad 2. u. 3. Die Unabhängigkeit der Stichproben und Nor-

malverteilung der Stichproben sind ebenfalls gewährleistet.

Bartlett-Test

$$\bar{S}^2 = \frac{\sum_j \left(\sum x_{jj}^2 - \frac{(\sum x_j)^2}{N_j} \right)}{\sum_j df_j} = 0,25$$

Es ergab sich ein x_0^2 von 36,79, welcher sich durch Berechnung des Korrekturwertes C auf x_1^2 von 34,61 verringerte.

Da unser empirisches x^2 den kritischen Wert für das 1%-Niveau von $x_{krit.}^2 = 37,57$ nicht überschreitet, kann Varianzhomogenität angenommen werden.

Zweifache Varianzanalyse

Es ergab sich folgende Tafel für die Berechnung der Varianzanalyse.

	SS	df	MS
Variable A (Anzug)	44,82	2	22,41
Variable B (Zeit)	1315,72	6	219,28
A:B	24,04	12	2,0
SSw	33,58	134	0,25

F-Wert

$$S^2_A / S^2_{A \times B} = 1,86 = n.s.$$

$$S^2_B / S^2_{A \times B} = 54,73 = s.s.$$

$$S^2_{A \times B} / S^2_w = 0,71 = n.s.$$

Die zweifache Varianzanalyse ergab:

1. Der Faktor Zeit erweist sich in seiner Wirkung auf die Belastbarkeit als sehr bedeutsam (sehr signifikant 1%-Niveau).
2. Der Faktor Anzug sowie die Wechselwirkung erwiesen sich als nicht bedeutsam (nicht signifikant, 5%-Niveau).

Da möglicherweise ein Effekt der Variablen A von der Wechselwirkung unterdrückt wird, werden im Anschluß sieben einfache Varianzanalysen für die Variable A gerechnet.

Einfache Varianzanalysen für die Variable A für ungleiche Zellhäufigkeiten

Es ergaben sich folgende 7 Tafeln für die Berechnung der Varianzanalysen.

VA für Variable A nach 2 Std.

	SS	df	Ms	F
SS Treatment A	104,85	2	52,46	
				5,24 n.s.
SS Error	1,25	12	0,10	
Total	106,10	14		

$$F_{99} (2/12) = 6,93$$

$$\text{da } F < F_{\text{krit}} = \text{n.s.}$$

VA für Variable A nach 4 Tg.

	SS	df	MS	F
SS Treatment A	5,54	2	3,12	
				4,87 n.s.
SSerror	12,83	27	0,30	
SS Total	18,37	29		

$$F_{\text{krit } 99} (2/27) = 5,45$$

$$F < F_{\text{krit}} = \text{n.s.}$$

VA für Variable A nach 8 Tagen

	SS	df	MS	F
SS Treatment	2,70	2	1,35	6,42 s.s.
SS Error	5,00	25	0,20	
Total	8,32	27		

$$F_{\text{krit } 99} (2/25) = 5,53$$

$$\text{da } F > F_{\text{krit}} = \text{s.s. (1\%-Niveau)}$$

VA für Variable A nach 12 Tagen

	SS	df	MS	F
SS Treatment	15,21	2	7,60	23,75 s.s.
SS Error	8,50	26	0,32	
SS Total	23,71	28		

$$F_{\text{krit } 99} (2/26) = 5,57$$

$$\text{da } F > F_{\text{krit}} = \text{s.s. (1\%-Niveau)}$$

VA für Variable A nach 18 Tagen

	SS	df	MS	F
SS Treatment	377,98	2	188,99	1181,18 s.s.
SS Error	3,33	20	0,16	
SS Total	381,31	22		

$$F_{\text{krit } 99 (2/20)} = 5,85$$

da $F > F_{\text{krit}} = \text{s.s. (1\%-Niveau)}$

VA für Variable A nach 21 Tagen

	SS	df	MS	F
SS Treatment	10,73	2	5,36	59,55 s.s.
SS Error	1,21	13	0,09	
SS Total	11,94	15		

$$F_{\text{krit } 99 (2/13)} = 6,70$$

da $F > F_{\text{krit}} = \text{s.s. (1\%-Niveau)}$

VA für Variable A nach 28 Tagen

	SS	df	MS	F
SS Treatment	0,001	2	0,0005	0,07 n.s.
SS Error	0,940	13	0,07	
SS Total	0,941	15		

$$F_{\text{krit } 99 (2/13)} = 6,70$$

da $F < F_{\text{krit}} = \text{n.s.}$

Zusammenstellung der Ergebnisse aus 7 einfachen
Varianzanalysen

2Std.	4Tg.	8Tg.	12Tg.	18Tg.	21Tg.	28Tg.
n.s.	n.s.	s.s.	s.s.	s.s.	s.s.	n.s.

Zur Entscheidung über die Hypothesen

Hypothese 1:

Die Zeit erwies sich bei der zweifachen Varianzanalyse als sehr bedeutsam für die Reißfestigkeit der Fascie derart, daß mit längerer Heilungsdauer eine höhere mechanische Belastbarkeit erreicht wurde.

Hypothese 2:

In der zweifachen Varianzanalyse konnte eine statistisch bedeutsame Wirkung des Anzuges nicht nachgewiesen werden. Da die Möglichkeit der Überlagerung der Wirksamkeit der Variablen A durch die Wechselwirkung nicht ausgeschlossen werden konnte, wurden über die 7 Zeitstufen jeweils 7 einfache Varianzanalysen berechnet, in denen die Variable isoliert auf ihre Wirksamkeit betrachtet wurde. Hierbei ergab sich eine sehr bedeutsame Wirkung in den Zeitstufen 8, 12, 18, 21 Tagen. Für die Zeiten 2 Std., 4 Tg. und 28Tg. konnte keine bedeutsame Wirkung statistisch nachgewiesen werden.

Diskussion

Bei unseren Versuchen wurden Kaninchen von 3 bis 4kg Körpergewicht ausgewählt. Levenson u. Mit. stellten fest, daß das Reißgewicht der Fascien der linea alba proportional zur Narben- oder Hautdicke und zum Körpergewicht zunimmt. Deshalb mußten wir, um eine größere Schwankungsbreite der Versuchsergebnisse zu vermeiden, auf ein möglichst gleiches Gewicht achten.

Die in der Veterinärmedizin gebräuchliche Katzensnarkosezelle nach Hinz (Abb. 1) wurde als Narkosegerät bevorzugt. Die Frage der Nachdosierung konnte so, ohne den Operationsablauf wesentlich zu stören, einfach bewerkstelligt werden.

Durch die rechteckige Abpräparation der Haut kam es zu einer gewissen Reizung der Umgebung der Wunde. Die Wunden heilten dennoch immer. Diese Erfahrungen wurden auch aus Vorversuchen, bei denen die Hautnaht direkt über der Testwunde lag, gewonnen. Hier bildeten sich Verwachsungen, die zu keiner einwandfreien Wundheilung und Präparation führten.

Die Testwunde wurde mit Mersilene O schwarz verschlossen. Wir benutzten dieses Nahtmaterial, um eine möglichst geringe lokale Entzündung der Wunde zu erreichen. Da die Reißkraft der Mersilenefäden größer ist als die der Naturfäden, und sie sich ohne sichtbaren Verlust an Reißkraft mehrfach autoklavieren lassen, weiterhin eine große Griffbarkeit besitzen, erfüllen Mersilenefäden die Voraussetzung für ein Nahtmaterial, die E. Schirmer in folgenden Punkten aufstellt:

1. geringe Gewebsreaktion,
2. große Zug- und Knüpfbarkeit,
3. glatte Oberfläche,

4. geringe Quellungstendenz,
5. große Elastizität,
6. konstante Gleichheit des Fadens im Durchmesser,
7. große Resistenz gegenüber wiederholtem Sterilisieren,
8. leichte Handhabung.

Nach Nockemann teilt man das Nahtmaterial nach dem Grad ihrer Gewebsreaktionen folgendermaßen ein:

1. Catgut plain,
2. Jod Catgut,
3. Chrom Catgut,
4. Zwirn,
5. Seide,
6. Kunststoff,
7. Tantal
8. Stahl.

Dabei bildet Catgut eine besondere Ausnahme. Dieses Nahtmaterial wird resorbiert, und da jede Resorption eine Entzündung darstellt, finden wir bei Catgut eine besonders große Entzündungsbereitschaft. Nockemann, Preston und Brunius fanden, daß Nahtmaterialien wie zum Beispiel rostfreier Stahl die geringsten Entzündungserscheinungen hervorrufen.

Drei Grundforderungen sind nach Nockemann an die Naht zu stellen: Festigkeit, Reizlosigkeit und Sterilität. Je stärker die Distraktionskräfte sind, um so dicker muß der Faden, um so größer die Anzahl der Nähte, und um so gleichmäßiger die Spannung sein, unter der das Nahtmaterial geknüpft wird. Trotz der größeren Menge an versenkten Fremdkörpern bevorzugten wir die Einzelknopfnahht gegenüber der fortlaufenden Naht. Das Gewebe in einer fortlaufenden Naht wird durch Abschnürung der Blutgefäße und vermehrte Durchblutungsstörungen infolge postoperativer Ödeme im Wundheilungsverlauf in größerem

Maße gestört, als bei der Einzelknopfnahrt, bei der eine möglichst geringe Durchblutungsstörung vorzufinden ist (Nockemann). Die Nähte wurden in einem konstant weiten Abstand vom Wundrand ein- und ausgestochen. 5mm schienen für diese Versuche am günstigsten zu sein, um ein Einrollen der Wundränder zu vermeiden. Bei zu weit gefaßter Naht würde durch Einrollung des Wundrandes ein schlechter Kontakt entstehen, so daß eine geschwächte, komplikationsfreudige Wunde resultieren könnte (Preston).

Um auch den Abstand von der Naht optimal zu wählen, wurde 5mm als geeignet empfunden. Nach Nockemann sollte der Abstand zwischen den einzelnen Nahtstichen so breit gewählt werden, wie es die erforderliche Festigkeit und Verschußdichte der Wunde eben noch zulassen, um die Durchblutung möglichst wenig zu behindern. Um eine frühe Wunddehiscenz durch mangelhaftes Knoten der Naht zu vermeiden, wie es zum Beispiel bei dem nicht festsitzenden, überschlagenen oder überworfenen Knoten vorkommt, wurde ein einfacher Knoten mit dem darübergelegten gegenläufigen Knoten, der sich besonders für Mersilene O eignet (Ethicon), verwendet. Eine weitere Gefahr einer Wunddehiscenz liegt bei zu kurz abgeschnittenen Fadenenden, die in die Knoten zurückschlüpfen können. Um ein Aufgehen der Knoten zu vermeiden, werden die Fadenenden 3 bis 4mm vom Knoten entfernt abgeschnitten.

Auf einen Wundverband mußte verzichtet werden, da die Tiere durch Kratzen und Schaben diesen nach ein paar Minuten entfernten. Nishihara und Prudden stellten fest, daß nach Laparatomieinzisionen bei Ratten eine geringere Reißfestigkeit der Wunde nach Verwendung einer die Naht entlastenden Bandage gemessen wurde als ohne Wundverband. Es bedarf nach diesen Autoren einer gewissen Spannung des Gewebes für eine physiologische Wundheilung.

Die Reihenfolge der drei Fadenspannungen an der linea alba wurde variiert, so daß jede der drei Methoden sowohl proximal, wie auch distal und in der Mitte lokalisiert waren. Adamson stellte in seinen Versuchen fest, daß die Reißfestigkeit einzelner Streifen der unversehrten Bauchdecke von caudal nach cranial zunimmt. Die Zuordnung der Tiere zu den 7 Meßzeiten wurde dem Zufall überlassen. Auf diese Weise wurde versucht, systematische Fehler auszuschalten. Zur Verkleinerung des Versuchsfehlers wurden die drei Methoden an jedem Tier angewendet. Dadurch konnte die Streuung durch individuelle Unterschiede zwischen den Tieren eliminiert werden.

Die Auswertung des Gewebes erfolgte mit einem einfachen Tensiometer. Es mußte bei dieser Apparatur besonders auf die senkrechte Aufhängung der Gewebsteile geachtet werden, damit das Gewicht genau im rechten Winkel zu der Testwunde angreifen konnte. So wurden Scherkräfte, die ein zu niedriges Ergebnis, wie in Vergleichsversuchen festgestellt werden konnte, herbeigeführt hatten, vermieden. Die gleichmäßige Wasserzufuhr war eine andere wichtige Bedingung, die Ergebnisse nicht zu verfälschen. Bei zu plötzlicher Belastungssteigerung ist das Gewebe in der Lage, höhere Reißgewichte auszuhalten. So mußte unbedingt mit konstantem Wasserzufluß gearbeitet werden. Um ein Herausrutschen der Gewebsstücke aus den beiden Schraubenholzklammern zu vermeiden, wurde die Innenseite mit einer aufgerauhten Blechscheibe versehen.

Die chirurgische Naht hat im Rahmen der endgültigen Wundversorgung die Aufgabe, getrennte Gewebe vorläufig zu vereinen. Die Naht muß im Wundbereich verschiedenen Kräften wie Eigengewicht, Elastizität und äußerer Gewalt entgegenwirken. Die Widerstandsfähigkeit hierzu beruht im wesentlichen auf der Reißfestigkeit des Nahtmittels und Knotenzuverlässigkeit der Nahttechnik (Nockemann). Die Vereinigung sollte nur solange dauern, bis die Vorgänge

der Wundheilung wie Faserbildung und Kontraktion zu einem festen, endgültigen Wundverschluß geführt haben. Die Naht besitzt also nur eine zeitlich begrenzte Bedeutung. Nach abgeschlossener Wundheilung ist die Naht nicht nur überflüssig, sondern wirkt manchmal sogar störend.

Bei Methode A wurde größter Wert darauf gelegt, die Wunde zu adaptieren, um eine Ischämie im Wundrandgebiet zu vermeiden. Nockemann und Whipple schrieben, daß gerade die feinen Blutkapillaren unmittelbar am Wundrand gegen Gewebedruck am empfindlichsten sind. Bei Methode B und C sollte eine Ischämie durch Gewebedruck hervorgerufen werden.

Die Reißfestigkeitskurven in Abb. 6 zeigen einen charakteristischen Verlauf, den man in drei Phasen einteilen kann:

Phase 1: Zwei Stunden bis vier Tage

Phase 2: Vier Tage bis achtzehn Tage

Phase 3: Achtzehn Tage bis achtundzwanzig Tage

In der Phase 1 zeigt sich ein unbedeutender Anstieg des Reißgewichtes der Kurve A, B und C. Dieser erste Zeitraum entspricht der "lag period" von Whipple, die bei diesem Autor auch genau vier Tage betrug. Während dieser Zeitdauer läuft zunächst eine entzündliche Antwort auf die Wundsetzung ab (Brunius). Nach Nockemann wandern bereits nach 24 Stunden polynukleäre Leukozyten aus den angrenzenden Venolen und Kapillaren in die Wunde ein und verflüssigen mit proteolytischen Fermenten geschädigte Gewebsteile. Während dieser Phase besitzt die Wunde noch keine Reißfestigkeit. Die bei unseren Versuchen erhaltenen Reißgewichte von 6,8kg der Kurve A und 8kg der Kurven B und C beruhen auf der Fadenfestigkeit und dem gefaßten Gewebsanteil von 5mm. Wir stellen eine bessere Reißfestigkeit von B und C fest, wobei B sogar am vierten Tag um

10% höhere Werte aufzeigt als C. Diese Tatsache widerspricht nicht den vorherigen Aussagen, daß adaptiertes Gewebe keine Nekrose hervorruft und stranguliertes Gewebe zu lokalen Ernährungsstörungen führt. Allein durch die Wulstbildungen, Auffaltungen, Einrollungen und Verwerfungen der Schichten bei den Methoden B und C, die sicherlich von einem Faden mit seinem runden Querschnitt schwerer zu durchtrennen sind als das adaptierte Gewebe, ist dieses Ergebnis zu erklären. Kurve B besitzt am vierten Tag ein 0,3kg höheres Reißgewicht als Methode C, was wohl auf eine geringgradige Mehrdurchblutung des Gewebes zurückzuführen ist.

In Phase II, der Proliferationsphase, kommt es zu auffallenden Wanderungen von Leukozyten, Lymphozyten und Monozyten. Es bilden sich Gefäße aus und es sammeln sich Fibroblasten an. So entsteht in der Wunde ein jugendliches Keimgewebe, das als Granulationsgewebe bezeichnet wird. Danach ist die Wundheilung keineswegs abgeschlossen. Es kommt nun zu massiven Faserbildungen, die nach Nockemann um den 14. Tag p. op. ihren Höhepunkt erreicht haben. Hierdurch entsteht erst eine endgültige Festigkeit der Wunde. Dieser Vorgang ist an der Kurve A zu verfolgen. Es kommt dort zu einem langsamen Anstieg der Reißfestigkeit, was noch Ausdruck einer übergreifenden "lag period" und Ausdruck der Ausbildung des Granulationsgewebes sein kann. Danach sehen wir einen plötzlichen Anstieg der Kurve A durch verstärkte Kollagenfaserbildung. Die Kollagenbildung erhöht im wesentlichen die Festigkeit des Gewebes. Dieser Festigkeitszuwachs ist am 18. Tag p. op. abgeschlossen. Die Kurve B erlebt einen schwachen Abfall bis zum achten Tag p. op., dann einen zaghaften Anstieg, der am 18. Tag p. op. von einem schnellen Anstieg bis zum 21. Tag p. op. abgelöst wird. Wir finden hier eine Wundheilungsverschiebung gegenüber der Kurve A um vier Tage. Der Abfall der Reißfestigkeit am vierten Tag p. op. um 0,3kg ist sicherlich auf lokale Gewebsnekrosen

zurückzuführen. Dadurch wird auch der spätere schwache Anstieg in der Proliferationsphase, der um vier Tage der Kurve A nachhinkt, mit dem folgenden Anstieg bis zum 18. Tag erklärt.

Die Kurve C zeigt einen verzögerten Wundheilungsverlauf von 12 Tagen gegenüber der Kurve A und 10 Tagen gegenüber der Kurve B. Hier haben wir bis zum 18. Tag p. op. keinen wesentlichen Anstieg der Reißfestigkeit zu verzeichnen. Das Zeitintervall vom ersten Zeitpunkt bis zum fünften Zeitpunkt, in dem das Reißgewicht nur um 0,4kg ansteigt, beruht auf den durch Gewalt hervorgerufenen Gewebsnekrosen. Einer verzögerten Wundheilung von 14 Tagen folgt dann ein plötzlicher Anstieg der Reißfestigkeit bis zum 21. Tag um 5kg. Hier wird der versäumte Wundheilungsmechanismus explosionsartig nachgeholt. Nelson und Dennis machten in ihren Versuchen die gleichen Erfahrungen. Sie fertigten mikroskopische Untersuchungen an und fanden, daß Gewebsnekrosen die erste Heilphase bis zum 7. Tag p. op. verlängerten. In den späteren Heilstadien waren die Gewebsnekrosen nicht mehr so auffällig, so daß der Heilverlauf am 15. Tag p. op. den von normal verschlossenen Wunden erreichte. Die verschiedenen Zeitangaben der Reaktionen beruhen wohl auf individuellen Unterschieden, zum anderen hängen sie von sekundären Störfaktoren ab. Borgström und Sandblom sprachen davon, daß keine Unterschiede der Reißfestigkeit nach fest und normal verschlossenen Wunden auftreten und so eine gestörte Wundheilung nicht auf schlechte Suturierungen zurückzuführen ist. Diese Ergebnisse stimmen mit unseren Diagrammen und mit unseren Aussagen insofern überein, als Borgström und Sandblom die Reißfestigkeit des Gewebes nur am fünften Tag p. op. bestimmten. Wie wir aus Abb. 6 ersehen können, findet nach dem 4. Tag p. op. gerade die Überschneidung der Kurven A und B und C statt. So kann die Aussage, daß keine Unterschiede in der Heiltendenz der Wunde nach verschiedenen Knotenfestigkeiten am 5. Tag

p. op. vorliegen, erklärt werden.

In der Phase III findet sich der Zustand der Enddifferenzierung. Dieses bedeutet ein endgültiges Ausreifen des Bindegewebes, was noch einmal einen kleinen Reißfestigkeitsanstieg hervorruft. Kurven A, B und C besitzen am 28. Tag p. op. etwa die gleichen Werte. Damit wird ausgesagt, daß die Gewebsnekrosen der Kurven B und C im Laufe der Wundheilung nicht mehr so schwerwiegende Heilungsunterschiede hervorrufen wie bis zum 18. Tag p. op.. Dennis und Nelson drücken deutlich in ihrer Arbeit aus, daß die Gewebsnekrosen im Laufe der Zeit immer weniger Einfluß auf die Wundheilung nehmen. Wir sehen, daß die Kurve A am ersten Tag 38%, bis zum 18. Tag 88% und bis zum 28. Tag 94% der Festigkeit des Vergleichsgewebes erreicht hat. Kurven B und C, die insgesamt niedrigere Werte aufweisen, erreichen am 28. Tag p. op. 92% bzw. 90% des Vergleichsgewebes.

Die Ansichten über Narbenfestigkeiten im Vergleich zum intakten Gewebe gehen weit auseinander. Fast, Dennis, Nelson; Douglas; Dunphy; Jackson und Forrester zeigen in ihren Arbeiten, daß die Reißfestigkeit des Narbengewebes eine geringere Festigkeit besitzt als die des unverletzten intakten Gewebes. Dagegen bezeichnen Adamson; Howes, Sooeey und Harvey die Festigkeit des Narbengewebes als gleich oder sogar höher. Hegemann berichtet über Knochenbrüche, die so gut wie nie an der Stelle eines alten, ausgeheilten Bruches frakturieren. Bei diesen Feststellungen muß immer berücksichtigt werden, daß sich alle Experimente auf Laboratoriumstiere, die mit Ausnahme des Schweins ein Fell besitzen, und deren besonderes lockeres Subcutangewebe sich wesentlich vom menschlichen Unterhautfettgewebe unterscheidet, stützen (Nockemann). Douglas warnte davor, die Ergebnisse direkt auf den Menschen zu übertragen.

Der insgesamt flache Anstieg der Kurven A, B und C beruht auf den normalen Wundheilungsvorgängen, die von Anfang an von einer Naht unterstützt werden. Ein bemerkenswerter Anstieg bildete sich erst aus, als die bis dahin durch die Naht erzeugte Festigkeit von den Wundheilungsvorgängen übertroffen wurde. Heller fand in seiner Arbeit "Vergleichende Reißfestigkeitsuntersuchungen mit und ohne Nahtmaterial" im linea alba Bereich, daß vor dem 6. Tag die Festigkeit ohne Nahtmaterial nahezu Null war, so daß das Eigengewicht der Versuchsanordnung einerseits und das Entfernen des Nahtmaterials andererseits ein Auseinanderweichen der nur durch Fibrin miteinander verklebten Wundränder zur Folge hat. Ab dem 7. Tag kommt es dann zu kontinuierlicher Reißfestigkeitssteigerung. Bei Belassen des Nahtmaterials in situ liegt der Ausgangswert gegenüber den Gewebestücken ohne Nahtmaterial schon beträchtlich höher.

Bei den Belastungsversuchen wurde auf die Notwendigkeit eines langsamen Wasserzuflusses hingewiesen, das heißt, das Narbengewebe wurde allmählich einem immer größer werdenden Gewicht ausgesetzt. Solange die Narbenkontinuität noch gewahrt blieb, war die Krafteinwirkung auf das Nahtmaterial gleich Null. Erst nach Zerreißung der Narbe traf das gesamte Gewicht auf das Nahtmaterial und damit auf eine nochmalige Belastungskapazität. Das bedeutet, daß die ersten Reißfestigkeitsproben durch die Fäden verdeckt werden. Weiterhin zeigt der Vergleich der Kurven einen erheblichen Einfluß der Knotenstärken bis zum 18. Tag p. op. Dieser Einfluß läßt im Laufe der Zeit nach, da sich die Kurven stark annähern.

In Abb. 7 ist der Festigkeitszuwachs in jedem Zeitintervall festgehalten. Aus dieser Abbildung ist deutlich der Zuwachs der Methode A im vierten Zeitintervall gegenüber dem verzögerten Festigkeitszuwachs von Methoden B und C

im fünften Zeitintervall festzustellen.

Um auf einfache Weise den Anstieg der Reißfestigkeit für jeden Zeitpunkt nach 2 Stunden p. op. auf einen Blick zu erfassen, wurde Abb. 8 angefertigt. Der 2-Stundenwert als Ausdruck für die frisch gesetzte mit Fäden wieder zusammengehaltene Wunde diente uns als Ausgangspunkt. Es wurde jede Reißfestigkeitszunahme der nachfolgenden Zeitpunkte auf diesen Ausgangswert, der 100% darstellt, berechnet. So kann man auf diesem Diagramm die Reißgewichtszunahme jeder Zeiteinheit zu dem jeweiligen 2-Stundenwert ablesen.

Den üblichen biochemischen, histologischen und mechanischen Untersuchungen des Ablaufes der Wundheilung kann durch die thermographische Untersuchung eine neue Dimension hinzugefügt werden. Hierbei wird die nach Traumatisierung im Rahmen der Entzündungserscheinungen auftretende Hyperämie und die im Raffungsbereich der Fäden auftretende Ischämie als Indikator für den Ablauf der Wundheilung herangezogen. Der Anwendungsbereich der Methode ist allerdings durch das Auflösungsvermögen der Thermographiegeräte deutlich begrenzt. Immerhin könnte sich in Zukunft bei Verwendung handlicherer Geräte eine eindeutige Indikation in der postoperativen Beurteilung des Heilungsverlaufes und insbesondere in der frühzeitigen Erkennung von Heilungsstörungen herausbilden.

Die Annahme, daß sich Kaninchen wegen ihres geringen subcutanen Fettgewebes für die thermographischen Studien der Fasciennaht besonders eignen, bestätigte sich nur insofern, als die Entzündungsvorgänge der tieferen Schichten der Bauchdecke grundsätzlich von außen erkennbar waren. Auch bei guter Rasur ließen sich Einzelheiten der Temperaturverteilung durch die Haut hindurch nicht ausreichend thermographisch differenzieren. Daher schien es notwendig, die Thermographie bei vorübergehend zurückpräpariertem

Hautlappen durchzuführen. Unter aseptischen Bedingungen trat in unseren Versuchen offensichtlich keine meßbare Beeinträchtigung des üblichen Heilungsverlaufes der Fasciennaht auf. Andererseits bereitete das jeweilige Freilegen der Fasciennaht keine wesentlichen experimentellen Schwierigkeiten.

Der Ablauf der Wundheilung läßt sich im Fascienbereich thermographisch gut verfolgen. Grundsätzlich entsprechen die Ergebnisse denjenigen, die früher schon von Kliot und Birnbaum für die Haut aufgefunden wurden. Zentral findet sich im Raffungsbereich der Nähte direkt postoperativ eine kalte Zone. Sie dürfte durch eine verminderte Gewebsdurchblutung bedingt sein und läßt sich schon am 2. postoperativen Tag nicht mehr nachweisen.

Lateral der Naht kommt es schon 2 Stunden nach der Operation zu einer deutlichen Erwärmung. Sie zeigt in ihrer Länge unregelmäßig verteilte Maxima, die offenbar durch unterschiedliche Traumatisierung und Raffung des Gewebes bedingt sind, obgleich in den vorliegenden Versuchen auf eine möglichst exakte und vorsichtige Operationstechnik Wert gelegt worden war.

Die Erwärmungszone hat am 2. p. op. Tage die ganze Wundbreite erfaßt, ist zu dieser Zeit aber noch relativ scharf auf die Wunde begrenzt. Erst in den späteren Stadien der Wundheilung scheint der Entzündungsvorgang auf breitere Teile der angrenzenden Gewebsbereiche überzugreifen.

Die Intensität der Überwärmung und damit offenbar der Durchblutung und der Regenerationsvorgänge ist im locker geknüpften Nahtbereich zunächst eindeutig am größten. Sämtliche beobachteten Phasen der Wundheilung werden in diesem Wundteil später am schnellsten durchlaufen. Andererseits zeigt sich eine Verzögerung dieses charakteristischen Vorganges erwartungsgemäß stärker im mittel-

fest geknüpften und besonders ausgeprägt im ganz fest geknüpften Nahtbereich. So ist am 10. p. op. Tage das Maximum der Entzündung im fest geknüpften Nahtbereich zu finden, während die locker geknüpfte Wunde nunmehr geringe Temperaturunterschiede gegenüber der Umgebung aufweist.

Diese Ergebnisse korrelieren gut mit unseren Vorstellungen und mit den oben beschriebenen mechanischen Untersuchungen, daß eine zu fest geknotete Fasciennaht die Heilungsvorgänge behindert.

Eine gefürchtete Komplikation nach Bauchoperationen ist die Wunddehiszenz, die am häufigsten zwischen dem 7. und 10. Tag bei Erwachsenen und 5. und 7. Tag bei Neugeborenen und Säuglingen in 0,03 bis 9% der Fälle nach der Operation auftritt (Arey, Drescher, Gerhart, Axhausen, Nockemann, Parhofer, Whipple). An Wunddehiszenz ist ohne Zweifel auch eine mangelhafte Nahttechnik schuld, da die Festigkeit des Wundverschlusses hauptsächlich durch eine ordentliche Naht garantiert wird. Eine Schwächung der Naht durch primäre und sekundäre Schädigungen (Alter, Kachexie, Adipositas, Infektionen) oder durch schlechte Nahttechnik dürfte eigentlich die Ursache einer Wundruptur sein, die durch Erhöhung des intraabdominellen Druckes durch Aufstehen, Husten und Erbrechen letztlich ausgelöst wird (Drey, Glasser). Deshalb sollten alle Wunden mit sorgfältiger Nahttechnik, also auch mit gut dosierter Fadenspannung, versorgt werden.

Die Naht muß also mit einem sich nicht öffnenden Knoten und unter einem Zug, der das Gewebe nicht stranguliert, verschlossen werden. Der Verschuß des Gewebes mit haltbarem nicht resorbierbarem Nahtmaterial bei sorgfältigem Fassen der Fascienränder und gut dosierter Fadenspannung sind offenbar von überragender Wichtigkeit, eine Wunddehiszenz zu vermeiden.

Zusammenfassung

Bei 40 Kaninchen wurde der Heilungsvorgang der Fascie nach medianer Laparatomie mit unterschiedlich festen Knotenstärken tensiometrisch untersucht.

1. Das Reißgewicht des adaptierten Gewebes zeigt über die verschiedenen Zeitpunkte hinweg einen physiologischen Wundheilungsverlauf mit den charakteristischen Stadien.
2. Das Reißgewicht des mit 2kg geknüpften Gewebes zeigt einen verzögerten Wundheilungsverlauf der ersten Wundheilungsphase von 4 Tagen gegenüber dem adaptierten Gewebe.
3. Das Reißgewicht des mit 4kg geknüpften Gewebes zeigt einen verzögerten Wundheilungsverlauf der ersten Wundheilungsphase von 12 Tagen gegenüber dem adaptierten und von 10 Tagen gegenüber dem mit 2 kg geknüpften Gewebe.
4. Bis zum 18. Tag erreichen die Narben des adaptierten Gewebes 86%, das mit 2kg und 4kg festgeknüpfte Gewebe 53% bzw. 46% der Festigkeit der intakten Bauchdecke.
5. Bis zum 28. Tag erreichen die Narben des adaptierten Gewebes 94%, das mit 2kg und 4kg geknüpft Gewebe 92% bzw. 90% der Festigkeit der intakten Bauchdecke.
6. Für die Methode A sind die Mittelwertunterschiede der Zeitpunkte 2 Std., 4 Tg. und 28 Tg. nicht zu sichern. Die anderen Zeitstufen (8 Tg., 12 Tg., 18 Tg. u. 21 Tg.) ergaben eine bedeutsame Wirkung der Methode A.

Bei 10 Kaninchen wird der Heilungsvorgang einer medianen Bauchdeckennaht thermographisch untersucht. Da die darüberliegende Haut trotz seitlicher Verschiebung ihrer Naht eine genaue Differenzierung der Temperaturverteilung

nicht zuläßt, wird sie bei den Messungen nach 2 Stunden, 2, 6 und 10 Tagen jeweils vorübergehend abpräpariert.

1. Zwei Stunden nach der Operation ist im zentralen Nahtbereich eine relativ kühle Zone als Folge der Gewebseraffung in den Fäden mit entsprechender Minderdurchblutung zu erkennen.
2. Eine ebenfalls nach 2 Stunden sehr ausgeprägte Überwärmungszone bds. parallel der Naht hat am 2. p. op. Tage auf diese zentrale Zone übergegriffen.
3. Im weiteren Verlauf wird ein Maximum der Erwärmung etwa am 6. p. op. Tage beobachtet.

Unterschiedliche Festigkeit der Einzelknopfnähte kann den Verlauf der Temperaturänderungen und offenbar den Heilungsverlauf beeinflussen. Im Bereiche locker geknüpfter Wunden kommt es sehr rasch zu einer starken Überwärmung, bei sehr fest geknoteten Wunden dagegen erst nach 10 Tagen.

Die Ergebnisse sprechen für eine möglichst durchblutungsgerechte, nicht zu feste Adaptation der Fascienränder beim Bauchdeckenverschluß, und nicht für eine Suturaierung, die nur durch die Fadenstärke begrenzt ist. Die Adaptation des Gewebes ist sicherlich einer guten Wundheilung dienlich.

Literaturverzeichnis

1. Adamson, R.J.,
Musco, F.,
Enquist, J.F.;
The relative importance of sutures
to the strength of healing wounds
under normal and abnormal condi-
tions.
Surg. Gyn. Obst. 117,4, 396-401, 1963
2. Allgöwer, M.,
Mullinger, L.;
Origin of fibroblasts from
mononuclear blood cells: A study on
in vitro formation of the collagen
precursor, hydroxyproline, in buffy
coat cultures.
Surgery 47, 603-616, 1960
3. Arey, L.E.;
Woundhealing
Physiol. Rev. 16,3, 327-406, 1936
4. Axhausen, W.;
Zur postoperativen Wundruptur
Zbl. Chir. 31, 1297-1299, 1956
5. Bancroft, F.W.;
Surgical treatments of the abdomen
Phila ep. 236-274, 1947
6. Beneke, G.;
Pathologisch anatomische Aspekte
der gestörten Wundheilung in Ab-
hängigkeit vom Lebensalter
Vortrag auf der 7. Arbeitstagung
für Fachärzte der Chirurgie,
12.-14.11.1970 in Gießen
7. Block, W.E.;
Aktuelle Fragen bei der Störung
der Wundheilung
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 289,
42-59, 1958
8. Block, W.E.
Wundheilungsprobleme
Springer Verlag Berlin, Göttingen,
Heidelberg 1959
9. Borgström, St.;
Sandblom, P.;
Suture technic and woundhealing
Ann. Surg. 144, 6, 982-990, 1956
10. Böttger, G.;
Vorster, C.;
Die postoperative Bauchwandruptur
Der Chirurg 40, 2, 80-85, 1969

23. Fast, J.; Rate of gain in strength in sutured
Nelson, C.; abdominal wall wounds
Dennis, C.; Surg. Gyn. Obst. 84, 685-688, 1947
24. Forrester, J.C., A bioengineering approach to the
Zeederfeldt, B.H.; healing wound
Hunt, T.K.; Journal of surgical research 9,
207-212, 1969
25. Gerhart, A.; Über die Häufigkeit der Ruptur
Sciort, H.; von Laparatomiewunden
 Zbl. Chir. 83, 730-736, 1958
26. Gershon-Cohen, J.; Medical thermography
Habermann-Brueschke, Journal de Radiologie D'
J.D., Electrologie et de Médecine
Brueschke, E.E.; Nucleare 48, 1, 12, 1967
27. Gershon-Cohen, J.; Thermograph
Habermann, J.D.; Radiology 82, 2, 280-285, 1964
28. Glasser, T.S.; Evisceration and avulsion of ab-
 dominal wounds
 Am. J. Surg. 32, 63-76, 1936
29. Hegemann, G.; Experimentelle Studie über die Be-
 deutung und Ursache der Wundkontrak-
 tion bei der Wundheilung
 Bruns Beitr. Klin. Chir. 180,
 299-242, 1950
30. Heller, E.J.; Vergleichende Reißfestigkeitsunter-
 suchungen bei Hautwunden mit und
 ohne Nahtmaterial
 Inaugural-Dissertation 1972
31. Hellner, H.; Lehrbuch der Chirurgie
Nissen, R.; 5. Aufl. Thieme Stuttgart 1967
Vosschulte, K.;
32. Holmann, C.W.; Prevention of wound disruption
Eckel, J.H. with through and through silver wire
 stay sutures
 Surg. Gyn. Obst. 72, 1052-1055, 1941

33. Hernandez-Richter, Über Heilung und Beeinflussung
J.; Struck, H.; experimentell gesetzter Wunden durch
Sixt, H.; lösliches Kollagen
Virchows Arch. Path. Anat. 339,
198-205 1965
34. Hohmann, H.G.; Über die Entstehung des Platzbauches
Hernandez-Richter, Münch. Med. Wochenschr. 103, 1424-
J.; 1430 1961
35. Howes, E.L.; The healing of wounds as determined
Sooley, J.W.; by their tensile strength
Harvey, S.C.; J.A.M.A. 92, 42-45, 1929
36. Howes, E.L.; The clinical significance of experi-
Harvey, S.C.; mental studies in wound healing
Ann. of Surg. 102, 941-946, 1935
37. Howes, E.L.; The strength of the healing
Harvey, S.C.; wound in the relation to the holding
strength of the catgut sutures
New England Surgical Society 200, 25,
1235-1291, 1929
38. Hunter, J.; A treatise on the blood, in-flamma-
tion and gun-shotwounds
London 1749, Deutsch von Palmer
39. Klot, D.; Thermographic studies of wound
Birnbaum, S.; healing
Am.J. of Obst. Gyn. 4, 515-521, 1965
40. Levenson, S.M.; The healing of rat skin wounds
Geyer; Crowley; Am. Surg. 17, 293, 1951
Oates; Be rard;
Rosen;
41. Lindner, J.; Ärztl. Praxis 43: 1664 (1966)
42. Malgaigne; Essay sur l'histoire et la philosophie
de la Chirurgie
Mém. de l'Acad. de méd. 1847
43. Marchand, F.; Der Prozeß der Wundheilung
Ferdinand Enke Stuttgart 1901

44. Mittenecker, E.; Planung und statistische Auswertung von Experimenten
Deuticke Verl. Wien 4. Aufl. 1963
45. Nagy, E.; Simple standardized method for
Zingg, W.; studying the tensile strength of
healing incisions in animals
Can. J. of Surg. 14, 136-141, 1971
46. Nelson, C.A.; Wound healing, technical factors
Dennis, G.; in the gain of strength in sutured
abdominal wall wounds in rabbits
Surg. Gyn. Obst. 93, 461-467, 1951
47. Nishihara, G.; A quantitative relationship of wound
Prudden, J.T.; tensile strength to length
Surg. Gyn. Obst. 107, 305-310, 1958
48. Nockemann, P.F.; Die Bedeutung von Nahtmaterial und
Nahttechnik für die normale und ge-
störte Wundheilung
Wundheilung und Wundnaht, Urban
Schwarzenberg Verl. München 1967
49. Nockemann, P.F.; Die chirurgische Naht
Thieme Stuttgart 1968
50. Paré, A.; Ouvre complètes
Herausgegeben von Malgaigne
51. Parhofer, R.; Klinische Untersuchungen zur Platz-
Karnbaum, S.; bauchbestimmung
Bruns Beitr. Klin. Chir. 206,
39-51, 1963
52. Preston, D.; The effect of sutures in the strength
of healing wounds
Am. J. Surg. 49, 56, 1940
53. Price, P.B.; Stress, strain and sutures
Am. Surg. 128, 408-421, 1948
54. Priesching, A.; Die Reißfestigkeit der Darmnaht
Blümel, G.; im Experiment
Wiener Med. Wochenschr. 115, 625-629,
1965

64. Sixt, H.; Tierexperimentelle Untersuchung zur
Spelsberg, F.; Beeinflussung der Wundheilung
Klemm, J.; Arzneimittelforsch. (Drug Res.)
Meyer, A.; 18, 1460-1462, 1968
Postenrieder, J.;
65. Struck, A.; Experimentelle Untersuchungen zur
Bruechle, H.; aufgeschobenen Primärversorgung bei
Hernandez-Richter, der Wundbehandlung
J.; Langenbecks Arch. Chir. 324, 165-173
1969
66. Sourlangas; Etude sur Hippocrates, son oeuvre,
ses idées sur l'infection, et ses
moyens antiseptiques
These de Paris 1894
67. Tauber, R.; Thermographische Studie über den
Seidel, W.; Heilverlauf bei unterschiedlich fest
Gössel, R.; verknoteten Fasciennähten
Michel, K.J.; BrunsBeitr. Klin. Chir. 219, 667-673,
1972
68. Weber, E.; Grundrisse der biologischen Statistik
5. Auflage 1964 Jena
69. Whipple, A.O.; The critical latent or lag periode
of the healing of wounds
Ann. Surg. 112, 481-488, 1940
70. Wilhelm, R.; Eine moderne IR-Kamera für die
medizinische Thermographie
Electromedica 1, 8, 1969
71. Winer, B.J.; Statistical principles in
experimental design
New York 1962
72. Wolarsky, E.; New method of wound tensiometry
Prudden, J.F.; Arch. Surg. 85, 404, 1962
73. Wolfer, J.A. An experimental study in wound
Farmer, C.J.; healing in Vit. C depleted human
Carroll, W.W.; subjects
Manshardt, D.O.; Surg. Gyn. Obst. 84, 1-15, 1947
74. Wu, K.T.; The use of various metal sutures
Dennis, C.; to increase tensile strength of
Sawyer, P.N.; wounds
Surgery 61, 2, 242-247, 1967

Lebenslauf

Ich, Klaus-Jürgen Michel, erblickte am 11.12.1946 als zweites Kind des Arztes Dr. Ernst Michel und seiner Frau Luise, geb. Gruber, im Krankenhaus Ehringshausen Kreis Wetzlar das Licht der Welt.

Ich besuchte die Volksschulen in Waldgirmes und Wetzlar und wurde im Frühjahr 1957 im Goethe-Gymnasium aufgenommen. Im Frühjahr 1964 wechselte ich in das Wilhelm-von-Oranien-Gymnasium nach Dillenburg über, wo ich am 7. November 1966 die Reifeprüfung ablegte. Im Sommersemester 1967 begann ich das Studium der Medizin in Marburg. Dort bestand ich im März 1968 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und legte im September 1969 die ärztliche Vorprüfung ab. Seit Mai 1970 arbeitete ich an einer von Herrn Oberarzt Dr. med. habil. W. Seidel vergebenen Doktorarbeit.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren:

Aurich, Beckmann, Berendes, Bommer, Braasch, Brück, Buchholz, Dimroth, Dölle, Exner, Fridrich, Golenhofen, Graul, Hamelmann, Hamm, Hardewig, Hensel, Heuser, Hess, Hildebrandt, Hört, Hupe, Jacob, Kaffernik, Karlson, Knauff, Koch, Koecke, Koransky, Lang, Linneweh, Mahr, Mann, Martini, Mattes, Nöth, Nultsch, Petry, Potts, Reim, Rodenhäuser, Rohen, Seidel, Siegert, Schleyer, Schmidt, Schmitz-Moormann, Straub, Stuke, Vogel, Vogt, Voss, Walcher, Zilliken.

Am Schluß möchte ich Herrn Oberarzt Dr. med. habil. W. Seidel für die Überlassung des Themas, sowie für die Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit recht herzlich danken.

Seinem Assistenzarzt, Herrn Dr. med. R. Tauber, bin ich für die große Hilfe im experimentellen Teil der Arbeit zu Dank verpflichtet.

Herrn Oberarzt Dr. med. K. Gössel, Marburger Universitäts-Frauenklinik, danke ich für die freundliche Unterstützung im experimentellen Teil der Thermographieversuche.

